パワエレ
舟木　担当分

第2回　平成20年6月23日3限目

パワーエレクトロニクス･応用編

「整流回路の入出力」

変換器入出力波形の評価

- 基本量
  - 電圧
  - 電流
  - 電力
    - 瞬時電力
    - 平均電力
    - 有効電力
    - 無効電力
    - 皮相電力
- 出力波形の評価
  - 周波数分解
  - 実効値
  - 電力
    - 異なる周波数の電圧・電流による電力は0
    - 力率
  - ひずみ率
    - 力率との関係
    - 総合ひずみ率

電圧･電流諸量の表し方

- 測定値
  - 瞬時値 → そのまま
  - 平均値
    - 瞬時値の半周期平均値 (周期波形)

$$I_m = \frac{2}{T}\int_0^{T/2} I\sin\omega t dt = \frac{2I}{T}\left[-\frac{1}{\omega}\cos\omega t\right]_0^{T/2} = \frac{2I}{\pi}$$

  - 二乗平均値
    - 瞬時値の二乗の一周期平均値 (周期波形)

$$I_{ms} = \frac{1}{T}\int_0^T (I\sin\omega t)^2 dt = \int_0^T \frac{I^2}{2}(1-\cos 2\omega t)dt$$

$$= \frac{I^2}{2T}\left[t + \frac{1}{2\omega}\sin\omega t\right]_0^T = \frac{I^2}{2}$$

電圧･電流諸量の表し方

- 測定値
  - 実効値　(周期波形)
    - 瞬時値の二乗の一周期分平均(2乗平均値)の平方根

$$I_{rms} = \sqrt{I_{rms}} = \sqrt{\frac{I^2}{2}} = \frac{I}{\sqrt{2}}$$

  - 波高値
    - 瞬時値の最大値一最小値(の絶対値)
(peak to peak)

$$I_{pp} = I_{\max} - I_{\min} = I - (-I) = 2I$$

交流波形(1周波数成分)

- 正弦波交流
  - 交流電圧
    - 瞬時値:*e(t)*
      - Em:振幅
      - ω:角周波数
      - t:時間
      - θ:位相（遅れ負，進み正）
      - f:周波数
      - T:周期

$$e(t) = E_m \sin(\omega t + \theta)$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{1}{T}$$

交流波形(1周波数成分)

- 交流電圧
  - 平均値

$$E_{ave} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} E_m \sin\varphi d\varphi = 0$$

  - 絶対値の平均

$$E_{absave} = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} E_m \sin\varphi d\varphi = \frac{2}{\pi} E_m \approx 0.636 E_m$$

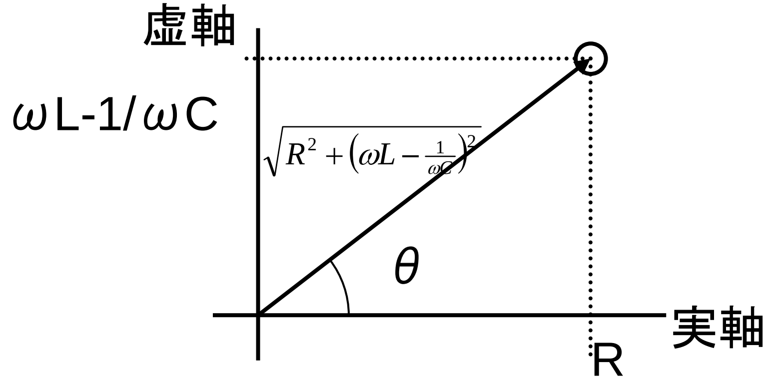
  - 二乗平均(実効値)

$$E_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} E_m{}^2 \sin^2\varphi d\varphi} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \approx 0.707 E_m$$

交流量(1周波数成分)

- インピーダンス
  - 極座標表示 $\dot{Z} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} e^{j\theta}$
    - 大きさ $\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$
    - 角度

$$\tan\theta = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$



交流波形(1周波数成分)

- 記号法
  - 電圧・電流の複素表示を用いる
  - 電圧・電流の関係を複素インピーダンスで表す
    - 単一周波数・定常状態の表現法
    - フェーザー図で表現可能

$$e(t) = E_m \sin(\omega t + \theta_e) \quad \Rightarrow \quad \frac{E_m}{\sqrt{2}} e^{j\theta_e} = E e^{j\theta_e} = \dot{E}$$

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \theta_i) \quad \Rightarrow \quad \frac{I_m}{\sqrt{2}} e^{j\theta_i} = I e^{j\theta_i} = \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{E}}{R + jX}$$

変換器入出力波形の評価

- 正弦波周期波形
（交流回路）
  - エネルギー
    - 瞬時電力の時間積分
  - 平均電力
    - 周期Tで変化する電圧･電流に対する瞬時電力の平均値
      - 有効電力
      - 変化する成分が無効電力
  - 皮相電力
    - 電圧･電流の実効値積
  - 力率
    - 皮相電力に対する平均電力の比
- 非正弦波周期波形
（歪波）
  - 周波数分解
(フーリェ級数展開)
    - 実効値
    - 平均電力
      - 周波数の異なる電圧･電流の平均電力は0
    - 力率
      - 全成分に対する基本波
  - ひずみ率
    - 力率との関係
    - 総合ひずみ率
      - 各次数の含有率の二乗和の根

交流波形(歪波)

- 歪波形（交流・定常解）
  - フーリェ級数展開
    - 複数の周波数成分に分解

$$f(t)=\frac{a_0}{2}+\sum_{n=1}^{\infty}\left[a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t\right]$$

$$\begin{cases} a_n = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f(\omega\tau)\cos n\omega\tau d\omega\tau & n = 0,1,2,\cdots \\ b_n = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f(\omega\tau)\sin n\omega\tau d\omega\tau & n = 1,2,\cdots \end{cases}$$

交流波形(歪波)

- 歪波形（交流･定常解）
  - 歪波交流実効値
    - 周波数成分の二乗和平方根

$$E=\sqrt{\sum_{n=0}^{\infty}E_n{}^2},I=\sqrt{\sum_{n=0}^{\infty}I_n{}^2}$$

  - 力率

$$\text{力率}=\frac{\text{有効電力}}{\text{皮相電力}}=\frac{E_0I_0+\sum_{n=1}^{\infty}E_nI_n\cos\left(\theta_{In}-\theta_{En}\right)}{\sqrt{\sum_{n=0}^{\infty}E_n{}^2}\sqrt{\sum_{n=0}^{\infty}I_n{}^2}}$$

単相全波整流回路

- 抵抗負荷時
  - 直流出力電圧
    - 平均値
- 容量負荷時
  - 導通角
- 誘導負荷時
  - 導通角
    - 大きくなる
      - 力率改善

- 力率の高い機器
  - 白熱電球
  - モータ
    - 進相コンデンサで対策
- 力率改善
  - 力率が高い方が望ましい理由
    - 電流が小さくなる
      - インバータで機器の動作効率を高めても，電源損失が増大する